



حوزه‌های مدیریت اطلاعات ساختمان (BIM)

تهیه کننده مهندس مجتبی پاشاپور آذر (مدرس و طراح سازه)

لینک کانال آموزش، طراحی اجرا [@MP_Civil](#)

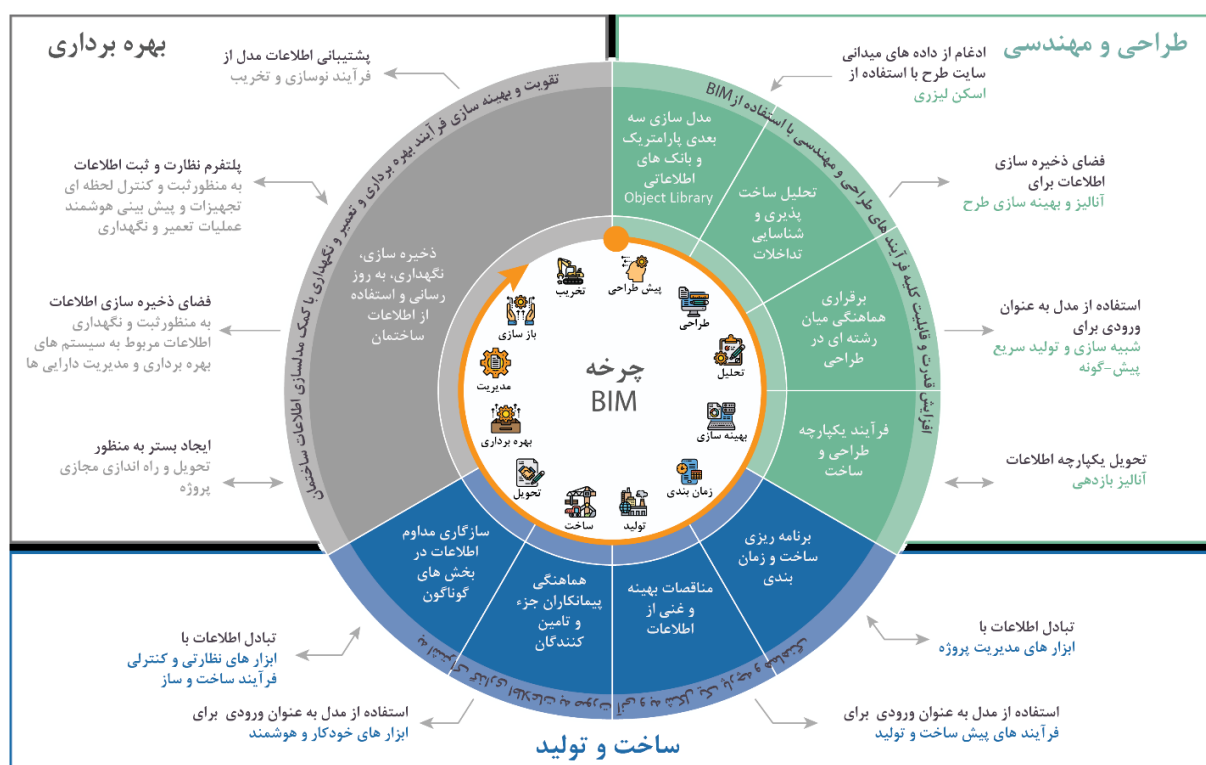


۱- تعریفی برای مدلسازی اطلاعات ساختمان

به کارگیری BIM در پروژه‌ها از سال ۲۰۰۳ تاکنون روندی افزایشی و مداوم داشته است (Holzer, 2016). این در حالی است که مفهوم BIM برای نخستین بار توسط چاک ایستمن (Chuck Estman) در اواسط دهه ۱۹۷۰ به صورت عمومی مطرح شد (Holzer, 2016). استفاده گسترده از اصطلاح مدلسازی اطلاعات ساختمان در صنعت معماری و مهندسی حدود ۳۰ سال بعد در سال ۲۰۰۳ توسط جری لایسرین مطرح گردید (Laiserin, 2002)، و همین اصطلاح بعدها توسط Autodesk برای تعریف مدلسازی اطلاعات ساختمان مورد استفاده قرار گرفت. این آغازی بود بر سفری به وسعت صنعت بین‌المللی ساختمان، باهدف یکپارچه‌سازی تمام فرآیند برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا، تحویل، تمام فرآیندهای عملیاتی در چرخه حیات پروژه، بازسازی و احیا و حتی تخریب (Holzer, 2016). طبیعتاً این فرآیند مستلزم تغییرات گسترده‌ای در صنعت متداول و سنتی ساختمان بود. سنتی قدیمی با روش‌هایی گسترده و تکامل‌یافته جهت دستیابی به رابطه‌ای مقبول بین معماران، مهندسين، پیمانکاران و کارفرمایان (Holzer, 2016). باتوجه به مزایای قابل توجه و غیر قابل انکار BIM همچون طراحی بهتر و دقیق‌تر، همکاری و یکپارچگی بیشتر، شفافیت بالاتر و ریسک کمتر، حرکت صنعت ساخت در جهت به کارگیری هرچه کارآمدتر مدلسازی اطلاعات ساختمان، دائماً سریع‌تر می‌شود (Alreshidi, Mourshed and Rezgui, 2017).

(Doan et al., 2019) در مقاله‌ای تحت عنوان (What BIM) طی مصاحبه‌های متعدد با متخصصین و فعالان این حوزه در تلاش برای ارائه تعریفی کامل، BIM را از دیدگاه‌ها متفاوتی بررسی می‌کند. براساس این پژوهش، نخستین بار BIM به عنوان یک مدل دیجیتالی کامل از فضا و مشخصات فیزیکی آن تعریف شده؛ به بیان دیگر BIM در این تعریف، یک مدل حاوی اطلاعات ساختمان، مدلی سه‌بعدی از محصول است، فارغ از اینکه با چه نرم‌افزار و وسیله‌ای و به چه صورتی ایجاد شده باشد، (Revit, ArchiCAD). این معمول‌ترین تعریف توسط عمده متخصصین مورد مصاحبه (Doan et al., 2019) برای BIM ارائه شده و به تدریج کامل‌تر می‌گردد، گروهی از مخاطبان، BIM را فراتر از مدلی سه بعدی می‌دانند و آن را بستری برای فعالیت مبتنی بر همکاری کامل تعریف می‌کنند. نگاهی همزمان به BIM به عنوان فرآیند و ابزاری برای تحویل پروژه‌های ساختمانی

منحصربه‌فرد، که همکاری با استفاده از ابزارهای دیجیتالی در را کلید موفقیت آن تعریف می‌کند. موفقیتی که در نتیجه سهولت همکاری حاصل از اشتراک اطلاعات میسر می‌شود. در این دیدگاه BIM بیشتر از ابزار، به عنوان فرایندی یکپارچه تحت عنوان مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شناخته می‌شود. رویکردی تعاملی بین کلیه طراحان، مشاوران، پیمانکارها و تمام ذی‌نفعان مرتبط با بخش‌های مختلف زنجیره تامین، (PhilippGerbert, 2016) با هدف دستیابی به راه‌حلی بهتر برای ساخت آنچه طراحی شده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Doan et al., 2019).



شکل (۱): چرخه کاربرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در طول عمر پروژه (Philipp Gerbert, 2016)

در تعریفی دیگر BIM به عنوان مخفف، مدیریت اطلاعات ساختمان، یا Building information management به عنوان راهی برای گردآوری تمام اطلاعات پروژه مطرح می‌شود. تعریفی که در آن مدل‌سازی، هماهنگ‌سازی و تناقض‌یابی تنها قسمتی کوچک از آن را تشکیل می‌دهند، مدیریت اطلاعات ساختمان را به عنوان یک گردش کاری بزرگ تبیین می‌کند، که از ایده کارفرما و طرح اولیه معماری و سازه تا طراحی



ریزترین جزئیات و برنامه‌ریزی و حتی طی فرآیند اجرا با گروه پروژه همراه است و با کنترل ذی‌نفعان، تشخیص می‌دهد که چگونه؟ و چه کسانی؟ کار خود را به درستی انجام می‌دهند (Doan et al., 2019).

۱-۱ ابعاد BIM

با استفاده از BIM بسیاری از جنبه‌های مختلف یک پروژه پیش از شروع پروژه شبیه سازی می‌شوند. بسیاری از این پیش‌بینی‌ها و شبیه سازی‌ها در غالب ابعاد مختلف به مدل اطلاعاتی ساختمان اضافه شده و به کمک این افزونه‌ها می‌توان پروژه را از جنبه‌های مختلف مورد نیاز بررسی کرد. این جنبه‌ها که از آنها به عنوان ابعاد مدل اطلاعاتی نام برده می‌شود، به شرح زیر می‌باشند

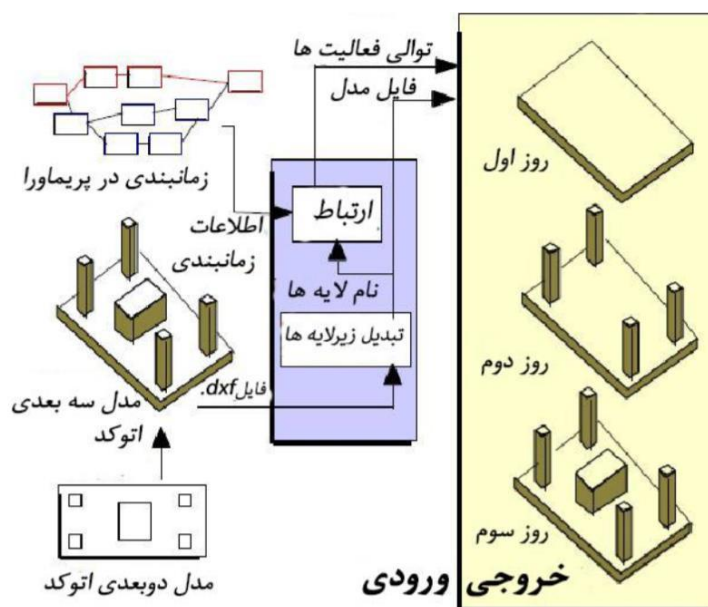
بعد دوم: تنها دارای ابعاد طولی و عرضی

بعد سوم: ترکیبی از ابعاد طولی، عرضی، ارتفاع به عنوان عمق

بعد چهارم: اضافه شدن بعد زمان به عنوان عامل تعیین کننده برنامه‌ریزی و زمان‌بندی

بعد پنجم: اضافه شدن بعد هزینه برای تخمین هزینه در بازه‌های زمانی مختلف

بعد ششم: اضافه شدن قابلیت مدیریت در چرخه عمر پروژه با توجه به رویکردهای زیست



شکل (۲): بعد دوم، سوم و چهارم BIM



۲- BIM در صنعت ساخت و ساز

در این قسمت BIM به طور کاربردی بررسی می‌شود و نقش آن به عنوان یک سیستم اطلاعاتی در صنعت ساخت و ساز و مزایا و کاربردهای آن در این صنعت بیان می‌شود.

۲-۱ BIM به عنوان یک سیستم اطلاعاتی

صنعت ساخت و ساز در چند دهه اخیر با چالش‌های بیشماری همچون پایین بودن بهره‌وری و نرخ بازگشت سرمایه، افزایش هزینه نیروی کار و هزینه‌های پیش‌بینی نشده ناشی از نبود هماهنگی میان ذینفعان پروژه روبرو بوده است. آمارها حاکی از آن است که در طول دو دهه‌ی گذشته، صنایع مختلف به دلیل ارتقای کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات، شاهد بهبود روز افزون بهره‌وری بوده‌اند. با این حال، در صنعت ساخت و ساز چنین پیشرفتی مشاهده نشده است. با توجه به تاثیر علم فناوری اطلاعات و ارتباطات در بهبود بهره‌وری صنعت تولید، متخصصان تلاش کرده‌اند تا کاربرد این فناوری را در فرآیند طراحی و ساخت توسعه دهند (Chuck Eastman, 2011).

صنعت ساخت و ساز چرخه حیاتی شامل چندین مرحله همانند برنامه ریزی، طراحی، اجرا و نگهداری دارد که ذینفعان هر فاز به منظور تحویل موفقیت آمیز پروژه باید با یکدیگر در تعامل باشند و هماهنگی با هم عمل کنند. بنابراین سیستم یکپارچه‌ای نیاز است تا بتواند کارها و فعالیت‌های پروژه را از ابتدا تا انتها مدیریت کند. سیستم اطلاعات مدیریت پروژه به عنوان یک سیستم اطلاعاتی برای مدیریت پروژه‌های ساخت به وجود آمده و استفاده می‌شود اما هیچ معیار مشخصی برای دسته بندی اطلاعات PIMS وجود ندارد و مدیریتی که در آن وجود دارد بر اساس اطلاعاتی است که متن یا فایل هستند و در نهایت این موضوع منجر به قابلیت استفاده بسیار پایین اطلاعات می‌شود. با پیشرفت‌های اخیر فناوری اطلاعات، پیشرفت یک پروژه ساخت از قبل در یک محیط مجازی به وسیله BIM که قابلیت ذخیره اطلاعات و جزئیات طراحی، ساخت و بهره‌برداری را دارد شبیه‌سازی می‌شود. با استفاده از این سیستم برنامه‌ریزی فرآیند‌های کاری دقیق‌تر انجام می‌شود و اشکالات محتمل قبل از ساخت شناسایی می‌شود (Suh, 2015).

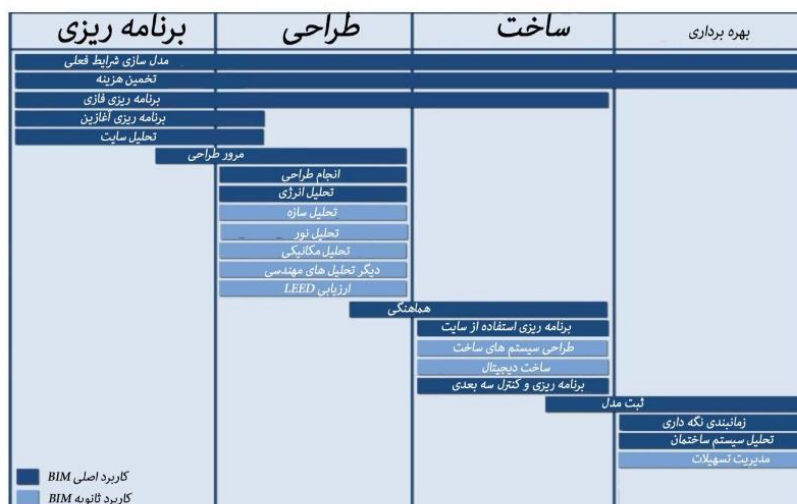


۲-۲ قابلیت‌ها و کاربرد BIM

کیل در کتاب خود حوزه های اصلی فعالیت‌های گوناگون مرتبط با BIM در مدیریت پروژه و ساخت به صورت زیر طبقه بندی می کند (Kymmell,2008).

۱. تجسم طرح
۲. شناسایی تداخلات
۳. بهره‌برداری و نگهداری
۴. یکپارچه‌سازی اطلاعات پیمانکاران جزء و تأمین کنندگان مصالح
۵. تخمین هزینه‌ی ساخت
۶. مرور مراحل ساخت و کمک به طراحی
۷. برنامه‌ی زمانبندی و توالی عملیات ساخت
۸. برنامه ریزی تجهیز کارگاه

بر اساس راهنمای برنامه ریزی اجرای پروژه BIM دانشگاه پنسیلوانیای آمریکا کاربردهای این تکنولوژی در فازهای چرخه حیات پروژه را به صورت شکل (۳) نشان داده شده است (Computer Integrated Construction) (Research Group, 2010).



شکل (۲): کاربردهای BIM در طول چرخه حیات ساختمان



از طرفی بکرک و همکاران به تحقیق بر روی به کارگیری BIM در صنعت ساخت پرداختند ۴۲۴ پاسخ به دست آمده از این نظر سنجی نشان می‌دهد که توزیع میزان استفاده از BIM در حوزه‌های مختلف اجرای یک پروژه به صورت نمودار زیر می‌باشد (MCGRAW-HILL construction, 2009).



شکل (۳): توزیع میزان استفاده از BIM در حوزه‌های مختلف اجرای یک پروژه

۳-۲ مزایای استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان

با وجود اینکه مدت زیادی از زمان استفاده از BIM در صنعت ساخت نمی‌گذرد پیشرفت قابل توجهی بدست آمده است (نسبت به تجارب سنتی مبتنی بر کاغذ یا دوبعدی). در این بخش منافع حاصل از به کارگیری BIM در طول چرخه حیات پروژه بیان می‌شود.

مرکز مهندسی تسهیلاتی یکپارچه (CIFE) دانشگاه استنفورد بر اساس تجارب استفاده از BIM در ۳۲ پروژه بزرگ، محاسن زیر را برای این سیستم برشمرده است (Salman Azhar, 2008):

حذف تغییرات بودجه پیشبینی نشده تا مرز ۴۰ درصد



دقت تخمین هزینه‌ها با خطای ۳ درصد

کاهش زمان مصرف شده در تخمین هزینه پروژه‌ها تا ۴۴ درصد

کاهش مبلغ پیمان تا ۹۴ درصد

کاهش زمان پروژه‌ها تا ۷ درصد

جدول زیر بیانگر میزان صرفه جویی و نرخ بازگشت سرمایه ناشی از به کارگیری BIM در ۹۴ پروژه بزرگ اجرا شده ایالات متحده آمریکا است که توسط مرکز مهندسی تسهیلات یکپارچه (CIFE) ارائه شده است (Salman Azhar, 2008).

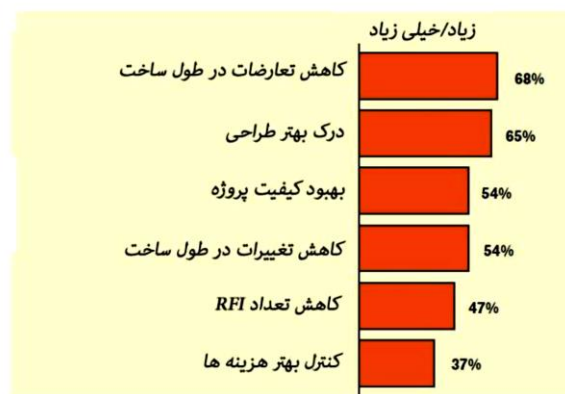
جدول (۱): میزان صرفه‌جویی و نرخ بازگشت سرمایه ناشی از به کارگیری (Salman Azhar, 2008)

سال	هزینه پروژه (\$M)	نام پروژه	هزینه (\$ BIM)	مبلغ صرفه جویی (\$)	خالص صرفه جویی (\$)	نرخ بازگشت سرمایه (%)
۲۰۰۵	۳۰	Ashley Overlook	۵۰۰۰	۱۳۵۰۰۰	۱۳۰۰۰۰	۲۶۰۰
۲۰۰۶	۵۴	Progressive Data Center	۱۲۰۰۰۰	۳۹۵۰۰۰	۲۳۲۰۰۰	۱۴۰
۲۰۰۶	۴۷	Raleigh Marriott	۴۲۸۸	۵۰۰۰۰۰	۴۹۵۷۱۲	۱۱۵۶۰
۲۰۰۶	۱۶	GSU Library	۱۰۰۰۰	۷۴۱۲۰	۶۴۱۲۰	۶۴۰
۲۰۰۶	۸۸	Mansion on Peachtree	۱۴۴۰	۱۵۰۰۰	۶۸۵۰	۹۴۰
۲۰۰۷	۴۷	Aquarium Hilton	۹۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰	۷۸۰
۲۰۰۷	۵۸	1515 Wynkoop	۳۸۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۹۶۲۰۰	۵۱۶۰
۲۰۰۷	۸۲	HP Data Center	۲۰۰۰۰	۶۷۵۰۰	۴۷۵۰۰	۲۴۰
۲۰۰۷	۱۴	Savannah State	۵۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۹۹۵۰۰۰	۳۹۹۰۰
۲۰۰۷	۳۲	NAU Sciences Lab	۱۰۰۰	۳۳۰۰۰۰	۳۲۹۰۰۰	۳۲۹۰۰

در سال ۲۰۰۹ نوربرت و همکاران در تحقیقی گزارشی در رابطه با منافع حاصل از به کارگیری BIM تهیه کردند، شرکت‌های مورد تحقیق که پیگیر ROI خود هستند، بیان کردند بازگشتی معادل ۳۰۰٪ تا ۵۰۰٪ داشته‌اند. ۸۲٪ از مدافعان BIM اعتقاد دارند که به کارگیری آن تاثیر مثبتی بر بهره‌وری شرکت دارد (Mcgraw-Hill Construction, 2009).

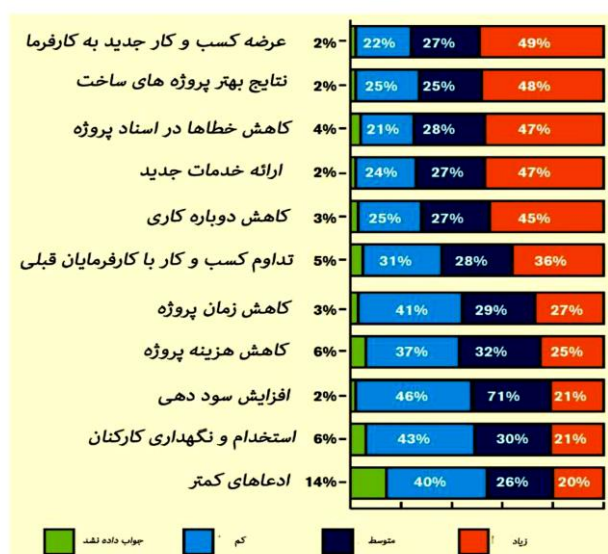


در آیدن تحقیق حوزه های کلیدی که BIM بیشترین ارزش را بدست می آورد جستجو کرده و بهترین روشهایی که BIM باعث صرفه جویی زمانی و هزینه های می شود را رتبه بندی کرده است (Mcgraw-Hill Construction, 2009).



شکل (۴): بیشترین منافع حاصل از BIM

همچنین BIM می تواند باعث ارزش داخلی کسب و کار شود. در رقابت در بازار جدید با مشتریان جدید و ارائه خدمات جدید و همچنین حفظ کسب و کار قبلی با مشتریان قبلی موفق شود. به علاوه BIM باعث افزایش کارایی به وسیله کاهش و اجتناب از دوباره کاری، کاهش تناقضات و تغییرات در طول ساخت و شناسایی برخوردها شود. لیست منافع داخلی BIM در نمودار زیر آمده است.



شکل (۵): منافع داخلی BIM

همچنین ایستمن در کتاب خود به مزایایی که ناشی از به‌کارگیری BIM به عنوان یک فرآیند جدید است اشاره می‌کند و مزایایی همچون موارد ذیل برای آن بیان می‌کند: در زمان‌های قدیم فرآیندی که برای انتقال اطلاعات در یک پروژه وجود داشت خطی بود. که این منجر به ایجاد تعداد بسیاری فایل‌های جدا از هم می‌شد که باید مرتبط مدیریت و به روز رسانی می‌شدند (CAD). در حالیکه توسط BIM هماهنگی بین تمام اعضای تیم بیشتر می‌شود و فرآیند انتقال اطلاعات از یک منبع واحد انجام می‌گیرد. همچنین در قدیم برای این فرآیند خطی زمان بسیاری صرف می‌شد ولی هم اکنون زمان صرف شده با به کارگیری BIM کاهش می‌یابد. در این فرآیند مدل به صورت مجازی ساخته شده و تست می‌شود، تغییر می‌کند و طرح به گونه‌ای در دسترس تیم ساخت قرار می‌گیرد که قبلاً نبوده است. ایده اصلی در BIM توانایی برقراری بهتر ارتباطات است، نه صرفاً یک مدل سازی. در این فرآیند ذخیره احتیاطی کاهش می‌یابد. چون ۹ درصد هزینه پروژه‌ها برای حل کردن تغییراتی است که ربطی به کارفرما هم ندارد. در BIM هم ذخیره‌ها کاهش می‌یابد و هم ROI ۳ تا ۴ برابر بیشتر می‌شود (Chuck Eastman, 2011).

در این بخش مزایا و کاربردهای BIM در صنعت ساخت و ساز بیان شد. به منظور کسب بیشترین منفعت از BIM افراد باید بتوانند BIM را در سازمان خود پیاده سازی کنند. در بخش بعدی به بررسی چگونگی پیاده سازی و پذیرش BIM در سازمانها پرداخته می‌شود.

۲-۴ بانک اطلاعاتی BIM:

نتایج بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد، که یکی از موانع پیاده‌سازی موفق BIM در اکثر کشورها، عدم دسترسی سازمان‌های خصوصی به بستری اطلاعاتی جامع و کامل از محصولات و خدمات موجود در بازار ساختمانی کشور می‌باشد (Alreshidi, Mourshed and Rezgui, 2017)؛ مشکلی که در کشور ایران نیز به می‌تواند به عنوان یکی از موانع مهم در نظر گرفته شود.

طی مطالعات صورت گرفته در این مرحله، منابع گوناگونی به بررسی و ارائه پیشنهادهایی برای دستیابی به بانک‌های اطلاعاتی BIM در بسترهای متفاوت پرداخته‌اند که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌کنیم.



(Alreshidi, Mourshed and Rezgui, 2017) در مقاله‌ای به بررسی و طبقه‌بندی موانع و چالش‌های به کارگیری کارآمد BIM پرداخته‌اند. در میان یافته‌های این تحقیق موانع مختلفی تعریف شده‌اند که وجود یک بانک متمرکز اطلاعاتی BIM به سادگی می‌تواند پاسخی برای بسیاری از این چالش‌ها باشد (Mccartney, 2010). در پژوهشی پیرامون موانع موثر بر به کارگیری گسترده‌تر BIM در کشور آمریکا تغییرات مورد نیاز در فرایند طراحی و ساخت را به عنوان اصلی‌ترین مانع موجود ارزیابی کرده‌اند. با توجه به ویژگی‌های بانک اطلاعاتی BIM که در ادامه به صورت دقیق‌تری به آن‌ها می‌پردازیم، بهره‌گیری از بانک اطلاعاتی تا حد زیادی حجم کار، هزینه و تخصص لازم برای گذار از شیوه‌های سنتی و پیچیدگی تغییرات را کاهش می‌دهد. همچنین (Eadie et al, 2013) پس از بررسی ۴۷ شرکت برتر فعال در صنعت ساختمان بریتانیا اصلی‌ترین مانع پیاده‌سازی بهینه BIM را مثل پژوهش (Maccatney, 2010) اولاً پذیرش تغییرات فرهنگی لازم و سپس عدم پذیرش شکل جدید زنجیره تامین اطلاعات برآورد می‌کند، ایجاد پایگاه اطلاعاتی متمرکز BIM می‌تواند نقش قابل توجهی در راستای ایجاد تعادل و بهینه‌سازی این زنجیره اطلاعات بر عهده داشته باشد.

۲-۵ رویکردی قابل اعتماد در BIM

دانکن رید مدیر فرآیند ساخت و ساز دیجیتال در تریمبل می‌نویسد، سطح تعریف (LOD) مهم است زیرا، بدون یک ایده واضح از مقدار اطلاعات مورد نیاز در هر مرحله از یک پروژه، مزایای BIM به احتمال زیاد حاصل نمی‌شود.

اساس BIM این است که برای هر کس در تیم طراحی و ساخت و ساز همکاری سریع‌تر، دقیق‌تر و با شفافیت بیشتر را ممکن می‌سازد.

اما برای به حداکثر رساندن بازدهی که BIM به ارمغان می‌آورد، هر یک از اعضای تیم پروژه باید به وضوح بدانند که چه مقدار اطلاعات برای هر مرحله مختلف در پروژه مورد نیاز است.

اطلاعات خیلی کم ممکن است در اداره موثر پروژه تاثیر نامطلوب بگذارند. اطلاعات بیش از حد می‌تواند منجر به نتایج بیهوده شود.



این جایی است که واژه سطح تعریف (یا LOD) وارد می شود. LOD اصطلاح بریتانیایی BIM است که در PAS تعریف شده است، و هر دو مورد سطح جزئیات مدل و سطح جزئیات اطلاعات را شامل می شود. شایان ذکر است که سطح جزئیات مدل شرح محتوای گرافیکی مدل در هر یک از مراحل تعریف شده است. سطح اطلاعات مدل در عین حال، شرح محتوای غیر گرافیکی مدل در هر یک از مراحل تعریف شده است. در اصل LOD به هر دو مقدار جزئیات گرافیکی و غیر گرافیکی که ممکن است در مراحل مختلف یک پروژه مورد نیاز باشد، اشاره دارد؛ بنابراین درک روشنی از معنا و هدف آن مهم است.

یک تفاوت مهم

اصطلاح LOD به شیوه های مختلفی توسط موسسه آمریکایی معماران استفاده می شود، که در آن به سطح توسعه اشاره دارد و اصولاً با جزئیات گرافیکی در مدل ها سروکار دارد. یعنی، قبل از انتشار PAS بسیاری از سازمان های انگلیسی از اصطلاح آمریکایی آن استفاده می کردند.

همین موضوع سبب سردرگمی می شود، اما در واقع تعیین اینکه یک پروژه از تعریف انگلستان یا آمریکا استفاده می کند، دشوار نیست.

دلیل این است که در انگلیس، LOD با طرح دیجیتال کار (DPoW) ایجاد شده توسط گروه BIM انگلستان تطبیق داده شده است. LOD، صنعت بریتانیا را به یک برنامه هشت مرحله ای در طراحی، ساخت و بهره برداری از صفر تا هفت مجهز می کند که شامل اطلاعات مورد نیاز در سراسر عمر دارایی می شود.

در مقابل، سیستم ایالات متحده مراحل تکامل توسعه مدل را به صورت نمایش های گرافیکی دقیق رو به افزایش از LOD100 به LOD500 تعریف می کند.

برای آنهایی که نیازمند کمک بیشتر در انگلستان هستند، جعبه ابزار NBS BIM راهنمایی در سطح بالا به آنها ارائه می کند که در آن سطح جزئیات مدل و سطح اطلاعات مورد نیاز در همه عناصر پروژه و در هر مرحله ای برای اعضای مختلف تیم پروژه، تعیین می شود. همچنین طرح عملیات RIBA وجود دارد، که از همان



روش هشت مرحله استفاده می کند و راهنمایی هایی در خصوص اینکه چه داده ای در چه مرحله ای مورد نیاز است، ارائه می شود.

مدیریت انتظارات

بنابراین، هنگامی که یک شرکت یک پروژه را با استفاده از BIM شروع می کند در هر مرحله از DPoW نیازمند این است که بداند چه مقدار اطلاعات انتظار می رود که فراهم شوند. برای دریافت بهترین نتیجه از BIM لازم است است که هیچ کس در تیم پروژه اطلاعات کمتر یا بیشتر از حد مورد نیاز ارائه ندهد.

در مراحل اولیه پروژه، تجزیه و تحلیل سازه ای مهم ترین عامل است. در مرحله سه، اندازه اعضای سازه باید مشخص شده باشند اما محل دقیق آنها ممکن است ثابت نشده باشد.

با پیشرفت پروژه به مرحله چهار، باید محل اعضا به همراه خواص فیزیکی و عملکرد آنها با دقت مشخص شده باشد، زیرا هر مشکل سازه ای یا هماهنگی باید در این مرحله حل و فصل شود.

در پایان مرحله پنج، سطح تعریف مدل باید کامل شده باشد. این در حالتی است که در آن سازه از یک تامین کننده ویژه (سازنده قاب های بتنی پیش ساخته) خریداری می شود. برای جلوگیری از ایجاد فرآیندهای کم حاصل در BIM اندازه دقیق و هندسه عضو، و همچنین جزئیاتی مانند فرو رفتگی ها، متصل کننده ها و اطلاعات ساخت تقویت کننده ها؛ مورد نیاز است و باید به طور مستقیم از مدل های ۳ بعدی تولید شوند.

با اتخاذ این رویکرد در توسعه یک طرح و استفاده از فرآیندهای مشترک برای به اشتراک گذاشتن و هماهنگی اطلاعات دیجیتالی، تیم پروژه می تواند مقدار و دقت بسیار بیشتری در یک مقیاس زمانی بسیار کوتاه تری ارائه کند.

در مقابل، جزئیات آرماتور مورد نیاز برای ستون بتنی در مرحله دو بی معنی خواهد بود، با توجه به اینکه مصالح ساخت هنوز انتخاب نشده اند و ممکن است در نهایت یک راه حل به صورت قاب فولادی در مرحله سه انتخاب شود.



در واقع تولید بیش از حد اطلاعات در مراحل اولیه پروژه بسیار آسان است، بنابراین برای استفاده کارآمد از BIM تیم باید از همان ابتدا مشخص کند که چه اطلاعاتی برای آنها مهم است و چه زمانی در چرخه عمر پروژه مورد نیاز هستند.

این یکی از الزامات اصلی طرح اجرای پروژه (BEP) BIM است. در BEP سطح درست از تعریف مدل در طول عمر یک پروژه باید مورد توافق قرار گیرد و در آغاز ثبت شود، به طوری که همه طرف‌های درگیر درک کنند که از آنها چه چیزی خواسته می‌شود.

توسعه طراحی یک ستون بتن‌ارمه با استفاده از نرم افزار Tekla BIM					
شماره مرحله	مراحل پروژه		اطلاعات کلی مورد نیاز	مثال - ستون بتن‌ارمه	نرم افزار
	PAS ۱۱۹۲- ۲:۲۰۱۳	طرح عملیات RIBA			
۰	استراتژی	تعریف استراتژیک	تا حدی زیادی در حد مورد تجاری است - آیا نیاز به تغییر دارایی موجود یا ساخت دارایی جدید است؟	در این مرحله نیاز به ستون بتنی تعریف نخواهد شد	
۱	مختصر	آمادگی و مختصر	توسعه نتایج پروژه - چشم‌انداز پروژه		
۲	مفهوم	طراحی مفهومی	این باید شامل طرح کلی برای طراحی، معماری، خدمات سازه ای و ساختمان	نیاز به ستون در طراحی مشخص شده است، اما در این مرحله ممکن است بتنی نباشد	Trimble SketchUp Tekla Structural Designer Tekla Structures
۳	تعریف	طراحی توسعه یافته	در این مرحله باید طراحی همه‌تنگ شده وجود داشته باشد، اگرچه یک طراحی کامل وجود	ستون بتنی انتخاب شده و طراحی اولیه صورت گرفته است. اندازه معلوم است،	Tekla Structural Designer



			ندارد	مکان هنوز تقریبی است	Tekla Structures
۴	طرح	طراحی فنی	طرح به صورت کامل طراحی و هماهنگ خواهد شد، با استفاده از داده های زنجیره تامین در جایی که مناسب است به جای اطلاعات طراح	طراحی جزئیات اندازه و مکان و خصوصیات فیزیکی و عملکردی ستون بتنی را مشخص کرده است	Tekla Structural Designer Tekla Structures
۵	ساخت و کمیسیون	ساخت و ساز	تولید خارج از کارگاه و ساخت درون کارگاهی در ارتباط با برنامه سخت و ساز	ستون بتنی در محل بنابر پارامترهای طراحی در محل نصب می شود	Tekla Structures
۶	تحويل و اتمام	تحويل و اتمام	تحويل درایی و نتیجه قرارداد ساخت	جزئیات ستون بتنی "ساخته شده" در مستندات و مدل BIM	Tekla Structural Designer Tekla Structures
۷	عملیات و پایان زندگی	در حال استفاده	اطلاعات مفید به تیم عملیاتی برای اراده در فرمت مناسب	"آیا می توانیم این ستون را حذف کنیم؟"	Tekla Structural Designer Tekla Structures

منبع: <http://www.aecmag.com/59-features/1179-a-level-headed-approach-to-bim>

۳- پیشرفت‌های BIM در زمینه‌ی مدل سازی واقعیت





در محل سابق معدن سنگ اندرسون به مساحت ۴۰ هکتار پروژه‌های مسکونی و تجاری برای پوشش دهی ۲۵۰۰۰ نفر برنامه‌ریزی شده است. این پروژه‌ی ۱ میلیارد دلاری شامل زیرساخت‌های شهری مانند شکل دادن به محل، شبکه‌ی راه‌ها، سیستم زهکشی شامل مخزن نگهداری از آب سیلاب و دریاچه‌ی سیلاب مصنوعی، سیستم فاضلاب، تأسیسات زیرزمینی و فضاهای سبز میشود.

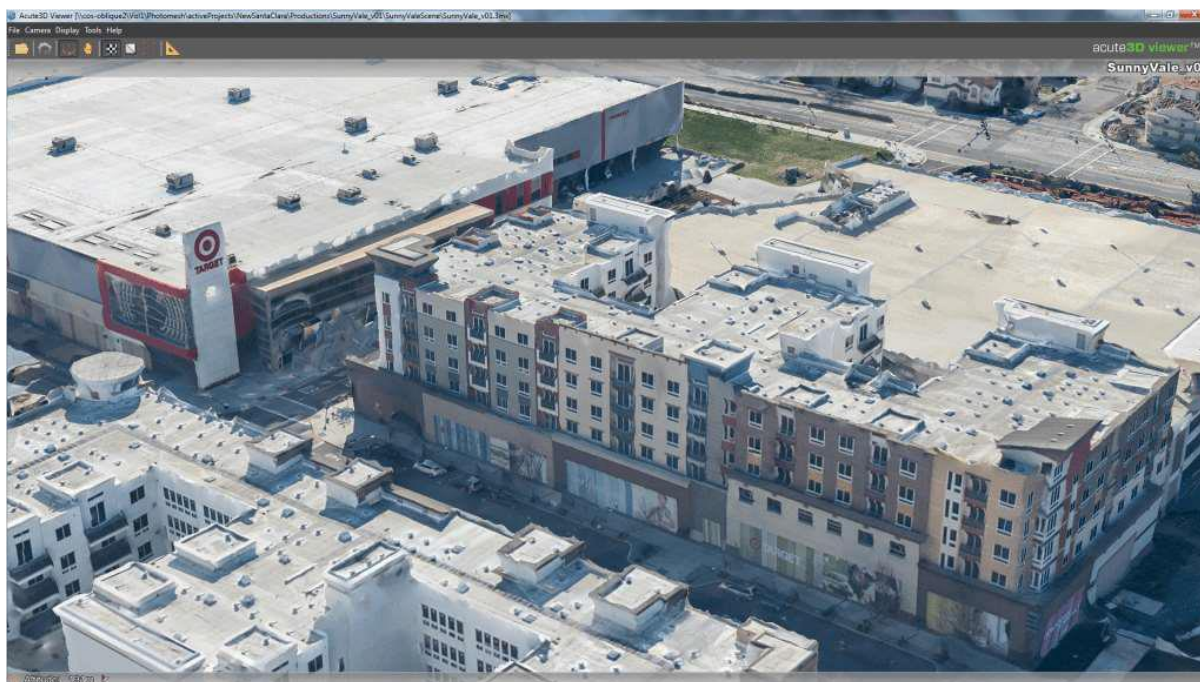
تیم پروژه برای مدیریت و اشتراک داده‌ها، مدلسازی طرح و شکل دادن به سایت، به کارگیری روش‌های BIM، کنترل فرایند ساخت و ساز و ایجاد انیمیشن‌های بصری از پروژه تکمیل شده؛ از نرم‌افزارهای بنتلی استفاده کرده است. این فرآیند باعث کاهش خطرات آسیب دیدگی در سایت، بهبود همکاری ذینفعان، به حداقل رسیدن زمان و منابع مورد نیاز برای فرآیند برنامه‌ریزی و ساخت، ساده شدن جریان کار و در نتیجه حداقل شدن دوباره کاری‌های پرهزینه میشود.



محوطه‌ی اصلی دانشگاه پنسیلوانیا حدود ۱۰۰۰ ساختمان و سازه دارد. برای اینکه مدیران بتوانند بهتر محل دارایی‌ها را تعیین کرده و نیازهای نگهداری محوطه را به‌صورت کارآمدتری برآورده کنند، دانشگاه تصمیم به استفاده از پروژه‌ی محوطه‌ی مجازی دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا گرفت. پروژه‌ی تکمیل شده به مدیران تأسیسات اجازه میدهد تا موقعیت دقیق دستورات کار را تجسم کنند، زمان پاسخدهی را افزایش میدهد و عملکرد نگهداری از دارایی‌ها و مدیریت محوطه را بهبود میبخشد.



تیم پروژه با استفاده از ContextCapture و ظرف دو روز، یک شبکه‌ی واقعی سه بعدی دقیق فضایی برای کل محوطه و فضای اطراف ایجاد کرد متشکل از ۲۵۰۰ عکس فضایی بود. بعد از آن تیم پروژه مدل واقعی دانشکده را در ProjectWise ذخیره کرد تا دسترسی تحت وب به مدل فراهم شده و نیاز به فضای ذخیره‌سازی روی کامپیوتر و زمان انتقال مدل از بین برود.



استفاده ایمن از وسایل نقلیه‌ی بدون راننده نیاز به مجموعه داده‌های مبتنی بر نقشه دارد که اطلاعات نقشه-برداری بسیار جزئی‌تر و با دقت بسیار بیشتر از منابع سیستم موقعیت‌یابی کنونی دارد. برای پاسخ به این نیاز، شرکت نقشه‌برداری Sanborn فناوری نقشه‌برداری HD اختصاصی را ایجاد کرده که با دقت بالایی نقشه‌های سه‌بعدی منطقه سانتا کلارا را به صورت اختصاصی برای استفاده‌ی در وسایل نقلیه‌ی بدون راننده در اختیار گذاشته است. این شرکت نیاز داشت که کیفیت داده‌های نقشه‌برداری خود را به شرکت‌های خودروسازی شریک نشان دهد.

تیم از ContextCapture برای ایجاد یک شبکه‌ی واقعی سه‌بعدی از عکاسی مورب شهر سانتا کلارا با چند دوربین استفاده کرد و نقشه‌های HD خود را برای کمک به شبیه‌سازی مجازی و آزمایش خودروهایی بدون راننده یکپارچه کرد.



ContextCapture فرآیند ساخت را اتوماتیک کرد تا مدلسازی شبکه‌ی سه‌بعدی باکیفیت بالا و مقرون به صرفه انجام شود. در غیر این صورت تیمی از مدلسازان سه بعدی باید شش ماه مداوم با هزینه‌ای بالغ بر ۱۰۰۰۰۰ دلار کار می‌کردند.

منبع: <https://csengineermag.com/article/bim-advancements-reality-modeling/>

۴- تأیید و اشتراک گذاری در BIM

نرم افزار INVICARA در ورژن ۱.۲ خود برای مدیریت اطلاعات ساختمان به تیم پروژه این اجازه را میدهد که بر روی کیفیت داده‌ها همکاری بیشتری داشته باشند.

در این ورژن بر روی ویژگی‌های بی شتری در تأیید صحت اطلاعات ساختمانی و گزارش دهی سریعتر و آسانتر تمرکز شده است. آخرین ابزار به کاربران این امکان را میدهد که داده ها را به سرعت ویرایش نموده و اطلاعات را با کسانی که به مدیریت اطلاعات ساختمان دسترسی ندارند به اشتراک بگذارند.

BIM Assure یک راه حل مشارکتی و ابری است که دسترسی به اطلاعات BIM را برای تمام افراد ممکن سازد و سبب میشود همه افراد در کیفیت اطلاعات نقش داشته باشند. قوانین هوشمند آن به کاربران کمک میکند تا به سرعت به شناسایی و حل مسائل پرداخته و ضمن به ود نواقص در جهت اصلاح آنها در مدل اصلی گام بردارند. بعلاوه، برنامه تحت وب این امکان را فراهم می آورد که معماران، مهندسين، پیمانکاران و کارفرمایان مدلها را با یکدیگر به اشتراک گذاشته و داده ها را مدیریت نمایند، این امر سبب ایجاد فرصتهای جدید برای ساده سازی روند طراحی و ساخت و ساز و به ود تحویل پروژه می‌گردد.

ویژگی های جدید BIM Assure شامل موارد زیر است:

ویرایش داده ها باز کردن اطلاعات ساختمان و ایجاد محیط کاری جدید برای ویرایش داده های مدل و حل مشکلات به طور مستقیم در نرم افزار و همسان سازی و به روزرسانی جهت ورود به رویت



گزارش گیری - ارائه گزارش های دقیق در مورد داده های مدل در اکسل برای کمک به اشتراک گذاری اطلاعات با افراد و سیستم های دیگر

تقسیم کردن داده ها - ایجاد مجموعه ای متمرکز از عناصر مدل برای ساده سازی هدایت مدل و گزارش گیری از داده ها

نماهای دو بعدی - بهبود ارتباط با دسترسی به طرح های ساختمانی و داده ها در نماهای دو بعدی. کاربران می توانند عناصر را در یک نمای دو بعدی انتخاب نموده و آن را در مدل سه بعدی برجسته نمایند.

تیم لوک مدیرعامل شرکت Basepin میگوید مشتریان خواستار داده های بهتر هستند BIM Assure به ما کمک میکند تا اطمینان حاصل نماییم که مدل ها دارای اطلاعات درستی هستند و تحویل بهتر پروژه را نیز ممکن میسازد.

منبع: <http://csengineermag.com/article/validating-sharing-bim/>

۴- چالش های حقوقی و تنگناهای قراردادی BIM

ویژگی های منحصر به فرد مدل سازی اطلاعات ساختمان سبب گردیده، امکانات بسیار خوبی برای طراحی و اجرای پروژه در اختیار طراحان و سازندگان قرار گیرد. با این وجود به دلیل شرایط جدید کار در محیط BIM مسائل و چالش هایی در پیاده سازی و بکارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان به وجود می آید که می بایست با شناخت دقیق آنها راهکارهایی برای رفع مشکلات آتی ارائه گردد. علی رغم مزایا و جذابیت های فراوان استفاده از مدل سازی اطلاعات در صنعت ساخت، چالش های قراردادی و حقوقی پیرامون آن می تواند مانع از گسترش و فراگیر شدن هر چه بیشتر این فن آوری شود. مسائل حقوقی مرتبط با مدل سازی اطلاعات ساختمان همواره یکی چالش مهم شناخته شده است و لزوم تنظیم روابط قراردادی و موافقت نامه های ویژه ای که بتواند اهداف و نتایج مدل سازی اطلاعات ساختمان را تضمین نماید، مورد تأکید قرار دارد. درک چگونگی بکارگیری BIM و استفاده از آن در یک پروژه، پایه لازم برای تهیه متن قراردادی بالقوه را فراهم می آورد. در این زمینه، دو ویژگی متمایز نسبت به شیوه های ساخت سنتی وجود دارد که عبارتند از (۱) BIM



میتواند یک منبع اطلاعاتی برای پروژه باشد (به عنوان یک مجموعه داده تک یا مجموعه ای از داده های یکپارچه یا مرتبط)؛ (۲) طرفین قرارداد میتوانند برای تولید یک مدل مجازی یکپارچه یا چندگانه عنوان بخشی از فرآیند BIM کمک نمایند (Kuiper, 2013). مهندسان تنها افرادی نیستند که چگونه کار کردن در مدل سازی اطلاعات ساختمان را یاد میگیرند. به همان اندازه که طراحان می توانند مدل های BIM خود را ایجاد کنند، وکلای و دیگر متخصصان نیز برای ایجاد روابط حقوقی مدل سازی اطلاعات ساختمان در تلا شاند و در این بحث شرکت می نمایند. بنابراین باید در هنگام ایجاد پروژه هایی که به یک گردش کار BIM متکی هستند، از مسائل حقوقی و قانونی مختلف مطلع باشیم (Sabo, 2014). در این خصوص تحقیقی در انگلستان بر روی مسائل چالش های حقوقی و قراردادی مدل سازی اطلاعات ساختمان انجام گردیده است که نتایج آن در شانزده موضوع مهم این حوزه به شرح جدول رده بندی شده اند (Eadie, 2015).

جدول رتبه بندی موضوعات حقوقی و قراردادی در BIM (Eadie, 2015)

رتبه	موضوع
یکم	مالکیت مدل
دوم	روابط قراردادی بین طرفین BIM
سوم	مسئولیت طراحی
چهارم	اعتماد به داده ها
پنجم	تکامل مدل و مسئولیت آن
ششم	اشتراک گذاری اطلاعات دارای مالکیت معنوی
هفتم	کمیودها در ارتباط با استاندارد سازی، رویه قضایی و مقررات
هشتم	حقوق مالکیت معنوی
نهم	تغییر در قراردادهای استاندارد
دهم	اختلافات و ادعاهای قراردادی
یازدهم	انتقال ریسک
دوازدهم	استاندارد طراحی
سیزدهم	انگیزه مالی در BIM
چهاردهم	هشدار خطای طراحی
پانزدهم	مسئولیت نرم افزار
شانزدهم	بیمه اضافی پروژه

با وجود اهمیت همگی این موضوعات، بر اساس تحقیقات حاصل از اجرایی کردن سطح دوم BIM در انگلستان، پنج چالش اصلی حقوقی در این خصوص عبارتند از: مالکیت مدل، الحاق BIM به قرارداد طرفین پروژه، عدم



ایجاد رویه قضایی مرتبط با مدل سازی اطلاعات ساختمان، اعتماد به داد هها، تکامل مدل و مسئولیت آن، حقوق مالکیت معنوی و به اشتراک گذاری اطلاعات کپی رایت [۵].

خلاصه‌ای از دستورالعمل‌های BIM در برخی کشورهای پیشرو در مدل سازی اطلاعات ساختمان

ردیف	نام کشور	نام مجموعه	انتشاردهنده	نوع دستورالعمل			سال انتشار		توضیحات
				راهنمای بکارگیری/ استاندارد BIM	الحاقیه قرارداد BIM	قرارداد مستقل BIM	اولین	آخرین	
۱	امریکا	راهنمای بکارگیری پروژه BIM در ایالات متحده	مؤسسه ملی علوم ساختمان (NIBS)	✓			۲۰۰۲	۲۰۱۰	
۲	امریکا	The Consensus DOCS 301 BIM Addendum	اتحادیه پیمانکاران ایالات متحده (AGC)		✓		۲۰۰۸	۲۰۱۵	دو نوع پیوست دارد (کارفرما-طراح، کارفرما-پیمانکار)
۳	امریکا	AIA Documents E201™-2007	انجمن معماران امریکا (AIA)		✓		۲۰۰۷		پرونده‌های انتقال و یا تبادل داده‌های دیجیتالی را با یکدیگر تعیین می‌نمایند. E203 و G201 و G202 جایگزین این الحاقیه شده است.
۴	امریکا	AIA Document C106™	انجمن معماران امریکا (AIA)			✓	۲۰۰۷	2013	موافقت‌نامه‌ای است که چگونگی بکارگیری و انتقال داده‌های دیجیتال بین طرفین را مشخص می‌نماید
۵	امریکا	AIA Document E202	انجمن معماران امریکا (AIA)		✓		۲۰۰۸		الزامات محتوای مدل در پنج سطح توسعه ایجاد و نحوی استفاده مجاز از محتوای مدل را در هر سطح تعیین می‌نمایند. E203 و G201 و G202



جایگزین این الحاقیه شده است.									
مبانی ارتباطات داده‌های دیجیتالی و انتظارات از BIM - جایگزین E201 و E202		۲۰۱۳		✓		انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Document E203™-2013, Building Information Modeling and Digital Data Exhibit	امریکا	۶
مستندسازی پروتکل‌های داده دیجیتالی - جایگزین E201 و E202		۲۰۱۳		✓		انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Document G201™-2013, Project Digital Data Protocol Form	امریکا	۷
مستندسازی پروتکل‌های مدل‌سازی - جایگزین E201 و E202		۲۰۱۳		✓		انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Document G202™-2013, Project Building Information Modeling Protocol Form	امریکا	۸
۱۳ سری دستورالعمل		۲۰۱۲			✓	BuildingSMART Finland	BIM Common Billing Requirements 2012	فنلاند	۹
۱۲ سند دستورالعمل پروژه‌های زیربنایی		۲۰۱۵			✓	BuildingSMART Finland	Common InfraBIM requirements YTV2015	فنلاند	۱۰
		۲۰۰۹			✓	AEC (UK) BIM Standard	BIM استاندارد	بریتانیا	۱۱
برای تمام قراردادهای ساخت مشترک طراحی شده و از BIM در سطح دوم پشتیبانی می‌کند	۲۰۱۸	۲۰۱۳		✓		Construction Industry Consul_CIC	BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PROTOCOL	بریتانیا	۱۲
		۲۰۱۵			✓	Australian Construction Industry Forum (ACIF) and Australasian Procurement and Construction Council (APCC)	Building and Construction Procurement Guide: Project Team Integration and Building Information Modelling	استرالیا	۱۳
	۲۰۱۳	۲۰۱۲			✓	Building and Construction Authority	Singapore BIM Guide	سنگاپور	۱۴

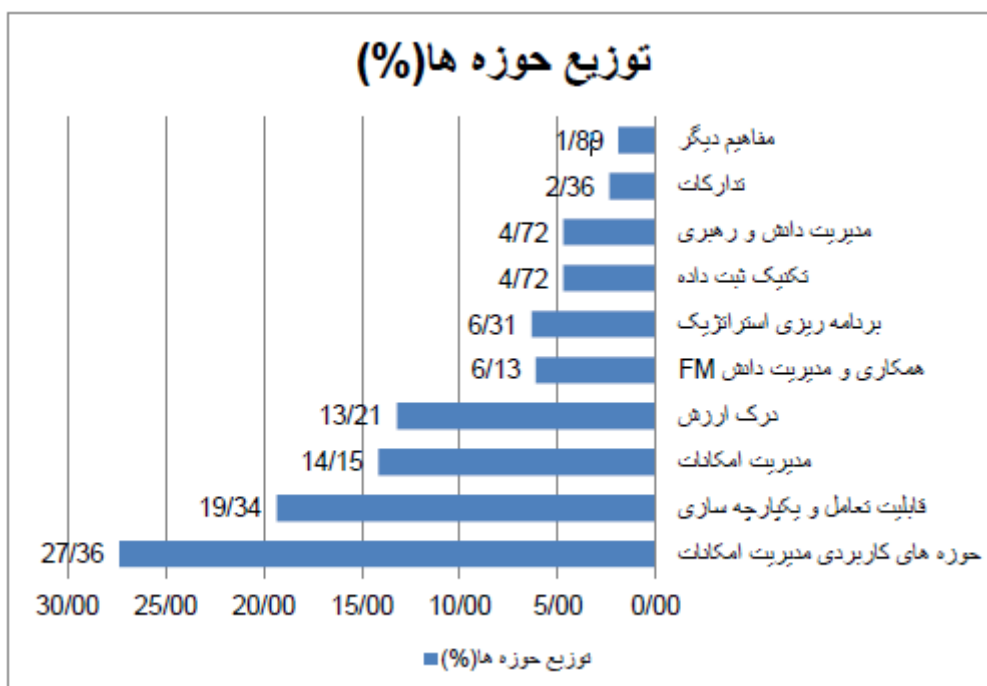


To establish a common understanding on the definitions, components, and principles of Virtual Design and Construction		۲۰۱۷			✓	Building and Construction Authority	Singapore VDC Guide	سنگاپور	۱۵
پیوستی است که به قرارداد اصلی ارکان پروژه ضمیمه می‌گردد.	۲۰۱۵	۲۰۱۲		✓		Building and Construction Authority	BIM Particular Conditions	سنگاپور	۱۶
		۲۰۱۳			✓	Building and Construction Authority	BIM Essential Guides For BIM Execution Plan	سنگاپور	۱۷
		۲۰۰۷			✓	China Institute of Building Standard Design and Research	Building Objects Digital Standard	چین	۱۸
		۲۰۱۲			✓	Ministry of Housing Urban-Rural Construction	- Uniform Standard for the Application of Architectural Engineering Information Model - Storage Standard for Architectural Engineering Information Model - Delivery Standard for Architectural Engineering Design Information Model - Classification and Coding Standard for Architectural Engineering Design Information Model - Application Standard for Manufacturing Industry Engineering Design Information Model	چین	۱۹

		۲۰۱۴			✓	Federal Ministry for Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS), Federal Republic of Germany	BIM-Guide in Germany	آلمان	۲۰
		۲۰۱۶			✓	Verband Deutscher Ingenieure	VDI2552	آلمان	۲۱

۵- حوزه‌های تحقیقاتی مدیریت امکانات در مدلسازی اطلاعات ساختمان

Edirisinghe و همکاران (۲۰۱۷) حدود ۲۰۷ مقالات تحقیقی گردآوری شده را مورد بررسی قرار گرفته‌اند. طبق بررسی‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها، حوزه‌های برنامه ریزی استراتژیک، حوزه‌ی درک ارزش، مدیریت دانش، تدارکات، مدیریت امکانات، حوزه‌های کاربری خاص مدیریت امکانات، تکنیک‌های ثبت داده‌ها، قابلیت تعامل، همکاری و مفاهیمی دیگر حوزه‌هایی هستند که به عنوان حوزه‌ی اصلی مدیریت امکانات، در درک شناسایی کاربرد مدلسازی اطلاعات ساختمان در مدیریت امکانات بیشترین نقش را دارا می‌باشند. در شکل زیر توزیع این حوزه‌ها را نشان می‌دهد، که بیشترین حوزه مربوط به کاربردهای مدیریت امکانات است (حدود ۲۷ درصد). حوزه‌ی یکپارچگی و قابلیت همکاری با آمار ۱۹ درصد در جایگاه دوم قرار دارد. کمترین حوزه مربوط به مفاهیم دیگر است که با کمتر از ۲ درصد در جایگاه آخر قرار گرفته است.

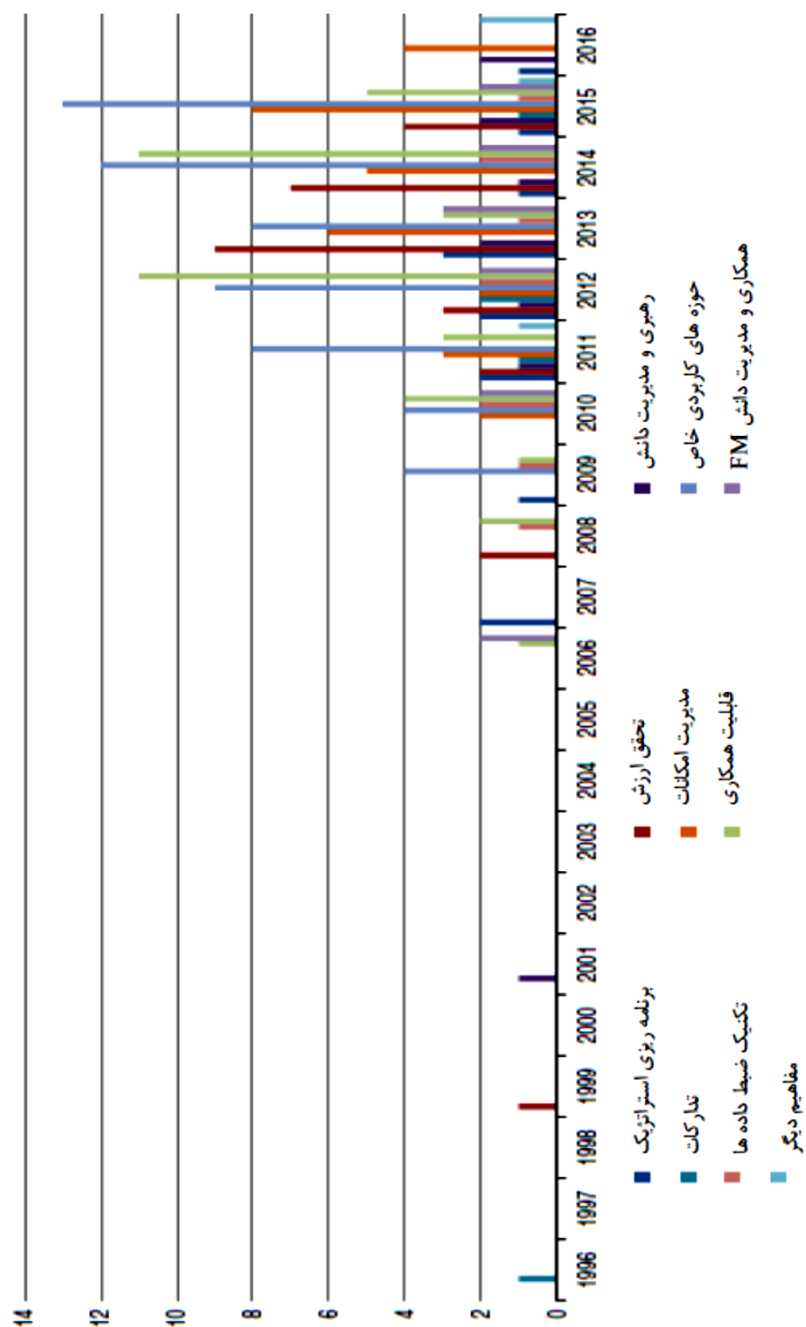


شکل (۶): توزیع حوزه‌ها اصلی تحقیقات مدیریت امکانات مبتنی بر مدلسازی اطلاعات ساختمان

توزیع مقالات در حوزه‌های تحقیقاتی مختلف طی سال‌های متمادی را نشان می‌دهد. طبق شکل می‌توان تشخیص داد که مفاهیم مدلسازی اطلاعات ساختمان در مدیریت امکانات در دهه‌ی ۹۰ نمایان شد. تحقیقات روی مفاهیم مدلسازی اطلاعات ساختمان در مدیریت امکانات در دهه گذشته بیشتر شده بود، به طوری که



از سال ۲۰۰۰ به بعد تحقیقات قابل توجهی در حوزه‌های مدیریت امکانات انجام شد. مفاهیمی از جمله‌ی حوزه‌ی قابلیت هم‌کاری و تعامل در طول این دهه تا حدودی یکسان پیش رفته است و در سال ۲۰۱۰ بیشترین میزان از مقاله‌ها در این حوزه را نشان داده است. تحقیقات در مورد حوزه‌های کاربردی خاص مدیریت امکانات به عنوان بیشترین مقاله‌ها در مقایسه با حوزه‌های دیگر ثبت شده است. حوزه‌های کاربردی مدیریت تسهیلات شامل موضوعات برنامه‌ریزی نگهداری، بازرسی، بازسازی، مدیریت ایمنی، انرژی و ... است. در سال ۲۰۱۰ دو مقاله در حوزه‌ی مدیریت امکانات برای اولین بار منتشر شد. در شکل ۷ حوزه‌ها و موضوعات بصورت موضوعات فرعی تجزیه و تفکیک شده‌اند، که طبق نمودار تعداد مقالات برحسب حوزه‌های فرعی است. شکل ۸ توزیع حوزه‌های تحقیقاتی فرعی را در طول سال‌های گذشته نشان داده است. با توجه به این شکل مقاله‌های مربوط به بازسازی (زیر مجموعه حوزه‌های کاربردی خاص) بیشترین آمار تحقیقاتی را دارند. همچنین تحقیقات مربوط به شناسایی نیازهای مدیریت امکانات، بیشترین تعداد مقالات در مدیریت امکانات است. قابلیت همکاری برای پایداری (تحت عنوان قابلیت همکاری) و مدیریت انرژی (زیر مجموعه حوزه‌ی کاربردی) هم به همان اندازه مورد بررسی قرار گرفته شده است (Edirisinghe et al, 2017).



شکل (۷): تعداد مقالات در حوزه‌های تحقیقاتی برحسب زمان



شکل (۸): تعداد مقالات در حوزه‌های فرعی تحقیقاتی



شکل (۹): تعداد مقالات در حوزه‌های فرعی تحقیقاتی برحسب زمان



منابع

- Holzer, D. (2016) Best Practice BIM, The BIM Manager's Handbook. doi: 10.1002/9781118982310.ch4.
- Alreshidi, E., Mourshed, M. and Rezgui, Y. (2017) 'Factors for effective BIM governance', *Journal of Building Engineering*, 10(February), pp. 89–101. doi: 10.1016/j.jobbe.2017.02.006.
- Chua, D. K. H. and Yeoh, J. K. W. (2015) 'Understanding the Science of Virtual Design and Construction: What It Takes to Go beyond Building Information Modeling', in *Computing in Civil Engineering 2015*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, pp. 692–699. doi: 10.1061/9780784479247.086.
- Laiserin, J. (2002) 'Comparing Pommès and Naranjas', *The Laiserin Letter*, (15), pp. 1–3.
- Doan, D. T. et al. (2019) 'What is BIM? A Need for A Unique BIM Definition', *MATEC Web of Conferences*, 266, p. 05005. doi: 10.1051/mateconf/201926605005.
- Philipp Gerbert, S. C. C. R. and A. R. (2016) 'Shaping the Future of Construction A Breakthrough in Mindset and Technology', *World Economic Forum (WEF)*, (May), pp. 1–64. Available at: https://www.bcgperspectives.com/Images/Shaping_the_Future_of_Construction_may_2016.pdf.
- Shou, W. et al. (2015) 'A Comparative Review of Building Information Modelling Implementation in Building and Infrastructure Industries', *Archives of Computational Methods in Engineering*, 22(2), pp. 291–308. doi: 10.1007/s11831-014-9125-9.
- McGraw Hill (2010) *The Business Value of BIM in Europe: Getting Building Information Modeling to the Bottom Line in the United Kingdom, France and Germany*, SmartMarket Report. Available at: http://images.autodesk.com/adsk/files/business_value_of_bim_in_europe_smr_final.pdf.
- Azhar, N., Kang, Y. and Ahmad, I. U. (2014) 'Factors influencing integrated project delivery in publicly owned construction projects: An information modelling perspective', *Procedia Engineering*. Elsevier B.V., 77, pp. 213–221. doi: 10.1016/j.proeng.2014.07.019.
- Kuiper, D. Holzer, Rethinking the contractual context for Building Information Modelling (BIM) in the Australian built environment industry, *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 2013.
- W. Sabo, 3 Legal Issues to Consider When Designing Projects with a BIM Workflow, in, 2014.



R. Eadie, T. McLernon, A. Patton, AN INVESTIGATION INTO THE LEGAL ISSUES RELATING TO BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM), in: The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS COBRA AUBEA, Sydney, Australia, 2015.

Edirisinghe R, London K A , Kalutara P, Aranda-Mena G. (2017). "Building information modelling for facility management: are we there yet?", Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 24 Issue: 6, pp.1119-1154,